

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表2001-525101

(P2001-525101A)

(43)公表日 平成13年12月4日(2001.12.4)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テ-マコ-ト* (参考)

G 1 1 B 20/10

3 2 1

G 1 1 B 20/10

3 2 1 A

H 0 4 B 3/06

H 0 4 B 3/06

D

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 18 頁)

(21)出願番号 特願平11-541249
(86) (22)出願日 平成11年1月28日(1999.1.28)
(85)翻訳文提出日 平成11年10月12日(1999.10.12)
(86)国際出願番号 PCT/IB99/00166
(87)国際公開番号 WO99/41839
(87)国際公開日 平成11年8月19日(1999.8.19)
(31)優先権主張番号 98200434.3
(32)優先日 平成10年2月12日(1998.2.12)
(33)優先権主張国 ヨーロッパ特許庁 (EP)
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), JP

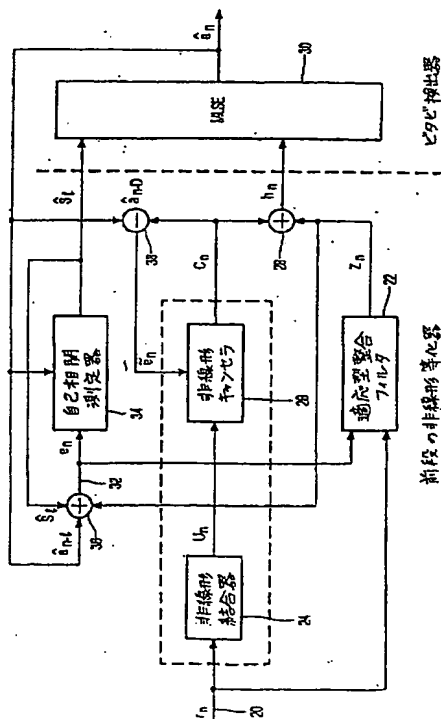
(71)出願人 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ
オランダ国 5621 ベーアー アイन्दーフエン フルーネヴァウツウェッハ 1
(72)発明者 アガロッシ ルイージ
オランダ国 5656 アーアー アイन्दーフエン プロフ ホルストラーン 6
(72)発明者 ベリーニ サンドロ
オランダ国 5656 アーアー アイन्दーフエン プロフ ホルストラーン 6
(74)代理人 弁理士 津軽 進

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 非線形尤逐次推定のための方法及び装置

(57)【要約】

最尤逐次推定 (MLSE) は非線形歪みの影響を受ける信号を受信して動作する。特に、クリーンな信号は、ボルテラ等化器に関して簡略化された構造のボルテラキャンセラを通して、非線形符号間干渉 (ISI) を除去することにより発生する。後者は非線形歪みを処理するのみである。最終的に、ビタビ検出器は、線形信号のやり方でクリーンな信号を処理し適切なメトリクスを推定するために使用される。



第1図

【特許請求の範囲】

1. 非線形歪みの影響を受けた受信された信号に最尤逐次推定 (MLSE) を実行する方法であって、

ボルテラ等化器に関して簡略化された構造であり前記非線形歪みを処理するのみのボルテラキャンセラであって、線形信号のやり方でクリーンな信号を処理し適切なメトリクスを推定するビタビ検出器が後段に配置されたボルテラキャンセラを通して、非線形符号間干渉 (ISI) を除去することによりクリーンな信号を発生するステップを備えたことを特徴とする方法。

2. 非線形キャンセラ及び／又は整合フィルタの多様な係数を順応に制御することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

3. 前記発生 of のステップと平行して適応整合フィルタが動作していることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

4. 前記除去が、非線形結合器及び非線形キャンセラを有する回路で行われることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

5. 前記整合フィルタ及び前記キャンセラの出力部が前記ビタビ検出器に与えられる前で結合されることを特徴とする請求項 3 に記載の方法。

6. 前記ビタビ検出器に与えるために前記受信された信号の自己相関推定がさらに供給されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

7. 前記自己相関に前記ビタビ検出器の出力を与えることを特徴とする請求項 6 に記載の方法。

8. 前記除去を 2 次のカーネル応答に制限することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

9. 請求項 1 に記載の方法を実行することを特徴とする装置。

【発明の詳細な説明】

非線形尤逐次推定のための方法及び装置

発明の背景

本発明は、請求項1のプリアンブルに記載されたような方法に関する。最尤逐次推定は有効な信号検出ツールであり、線形システムと非線形システムとの双方のシステムに対し最適な検出を行うことが理論的にも証明されている。

高密度光記録では、高い線密度とトラックピッチの減少のため、信号の読出しはもはや線形処理ではない。線形処理は記憶密度に上限を課しており、それ故に、非線形アプローチが行われるべきである。MLSEは最適であるが、その計算の複雑さのため、簡単な方法ではなく、また効率のよい方法ではない。本発明者らは、ホプキンス解析により得られる非線形光チャネルのボルテラモデルを実行する研究に基づいて、改良したアプローチを行っている。実際、発明者らは、1次及び2次の信号歪みは互いに関連がないことを認識している。これにより、新たな読出処理に到達し、そこでは、かなり単純化されたMLSE構造が使用されている一方、線形及び非線形歪みは別々に扱われる。非線形NMMLSEは、非線形処理だけでなく線形処理も行う2つのステージ構造に基づいている。第1のステージは適応型整合フィルタと、信号の非線形歪み係数を除去するためにこの信号を前処理するための非線形ボルテラキャンセラを備えている。残りの信号は、線形歪みの影響を受けるだけであり、ビタビ検出器(VD)に基づいたMLSEにおける通常のやり方で処理される。

発明の要約

従って、特に、本発明は、線形検出メカニズムと非線形検出メカニズムを結合して、新たな線形及び非線形受信構造を提供することを目的とする。それ故に、この態様の1つによれば、本発明は請求項1の特徴部分により特徴づけられる。

本発明はまた、上記の方法を実行するために構成された装置に関する。本発明の別の利点の態様は従属クレームに記載されている。

図面の簡単な説明

本発明のこれらの及び別の態様及び利点は、好ましい実施例の開示、特に添付

された図を参照しながら、以下に詳細に述べられている。

第1図は、非線形最尤逐次推定装置のブロック図である。

第2図は、線形（連続線）及び非線形チャネルモデルに対する、 E/N_0 を変化させたときのMLSEの性能を示す。

第3図は、様々な情報密度に対する性能を示す。

第4図は、CDDA密度におけるNLR及びMLSEの性能を示す。

第5図は、CDDA密度におけるNAVE、NDFE、NLRの性能を示す。

好ましい実施例の詳細な説明

第1図は、非線形最尤逐次推定装置のブロック図である。入力20は、第1に適応型整合フィルタ22に与えられるチャネル応答 r_n を受け取る。この適応型整合フィルタ22は、加算器28及び36に伝送される信号 z_n を発生する。さらに、同じ線形部 r_n は信号 u_n を発生する非線形結合装置24に与えられる。後者の信号は出力信号 c_n の非線形符号間干渉（ISI）を除去する非線形キャンセラ装置26に与えられる。後者の信号はまた、加算器28及び減算器38に伝送される。後者の出力信号は、非線形キャンセラ26に対して再結合される。実際、ブロック24、26の結合は、非線形ボルテラ等化器を表す。ブロック22、26の出力は加算器28で加えられ、その結果信号 h_n が発生する。この信号は、後に、ビタビ検出器の方法で信号 \hat{a}_n を生成する最尤逐次推定器（MLSE）

に与えられる。この検出器の出力信号は、本発明とは無関係の別の処理手段に伝送されてもよい。上記とは別に、ビタビ検出器30の出力信号は、減算器38、自己相関推定器34、及び加算器36に再結合される。この加算器からは信号 e_n が出力され、自己相関推定器34及び適応型整合フィルタ22に与えられる。結局、自己相関推定器34の出力は加算器36にも再結合される。図1の各ブロックについて詳しく述べた動作は、以下に示されるたくさんの明確に表された演算方程式により理解される。

光ディスクの情報密度は、動作空間周波数を増大するか、もしくは隣接するトラックのピッチを狭くするかにより、高くすることができる。高密度システムで

は、読出信号は、符号間干渉 (ISI) 及び隣り合うトラック間のクロストーク (XT) の影響を大きく受ける。様々な等化アルゴリズムが光チャネルのための線形モデルで使用されてもよい。高密度記録のため、変調伝達関数 (MTF) に基づいた線形モデルはもはや現実的ではなく、非線形項が含まれていなければならない。

読出処理に近いモデルは、光スカラ理論を用いて展開された。同じアプローチが光理論モデルを実行するために使用された。このモデルは、現在ボルテラ数列に基づいた非線形処理のために使用されている。

本発明は、非線形チャネル等化の問題に的を絞り、非線形光チャネルのための新しい非線形受信機 (NLR) 構造を示している。この性能は、非線形適応型ボルテラ等化器 (NAVE)、非線形判定帰還等化器 (NDFE)、及び線形チャネルのための従来の MLSE の性能と比較される。NLR は、特に情報密度が増大するような全ての他のアルゴリズムよりもよい性能を有する。

光ディスクモデル

初期の解析を以下に簡単に述べる。レーザ光源から光がレンズを通してディスクの表面に向けて伝達される。スカラ理論では、スカラ入力フィールドのフーリエ変換としてフィールド伝達が述べられている。ディスクの反射特性は、周期的構造のためのフーリエ数列解析を用いることによりモデル化される。反射した光は入射フィールドにディスクの位相プロファイルを掛けたものに等しい。フォトダイオード信号は、検出器に戻された後、すなわち別のフーリエ変換後、反射したフィールドの電気-光変換である。一般的に、理論解析は、光システムのための線形モデルが、高密度光ディスクに対しては正確に近似されていないことを示している。

ボルテラモデル

ボルテラ数列に基づいた数学的モデルは高密度光ディスクの非線形的な動作を述べている。関数出力関係 $y(t) = [x(t)]$ は、以下のように表される。

$$y(t) = h_0 + \int h_1(\tau) x(t-\tau) d\tau + \iint h_2(\tau_1, \tau_2) x(t-\tau_1) x(t-\tau_2) d\tau_1 d\tau_2 \quad (1)$$

ゼロ次の項 h_0 は、入力ゼロのときの応答を表す。1次カーネル $h_1(t)$ は線形システムのインパルス応答である。2次以上のカーネルは、システムの非線形の様々な次数により生じる2次以上のインパルス応答とみることができる。

スカラ理論によれば、光伝達は、光検出により生じる2次歪みに続く一連の線形変換として表される。それ故に、2次ボルテラモデルにより、読出処理が正確に解析される。非線形光チャネルはボルテラカーネルにより十分に述べられており、適切なカーネル識別手続きが展開された。2次システムのボルテラカーネルを識別するための簡単な方法は、インパルスのペアで非線形システムを調べることである。もし我々が、ディスクのランドとビットに振幅0及び1を関係づけると、試験手順は適切な距離での2つの短いビットからなってもよい。理論的光モデルからの出力信号は、CDDA標準パラメータ（最小のビットもしくはランド長は0.9ミクロン）、またはより高密度における、EFM（8ビット14ビット変換）シーケンス入力信号のためのボルテラ数列に基づいた非線形モデルの出力と比較される。光モデル及びボルテラ数列から得られた出力信号は一致する。シミュレーションはCD-オーディオ密度でさえも、2次の項の影響は無視できないことを示している。非線形ISIは高い情報密度に対しては悪くなる。

提案された非線形受信機

ディスクからの情報を信頼できるレベルに回復するためには、線形ISIと非線形ISIとの双方のISIを取り除く適切な等化技術が必要である。第1に、従来の受信機の性能は、最小平均2乗誤差等化(MSE)及び判定帰還等化(DFE)のような記号による記号の判定に基づく線形チャネルに対して考慮されている。最尤逐次推定(MLSE)は完全に伝送されたシーケンスに基づいて決定するため、線形チャネルに対して最適な受信メカニズムである。線形チャネルで解析されたMSE、DFSE、及びMLSEは報告されている。チャネルが線形である限り、MLSEはMSE及びDFEよりも性能が優れている。しかしながら、もしチャネルが2次ボルテラモデルにより、さらに現実的に記述されるなら

ば、MLSEは非線形性のために生じる重大な性能損失を示す。この状況では、

非線形適応型ボルテラ等化器 (NAVE) 及び非線形判定帰還等化器 (NDFE) のような、非線形チャネルに対する特定の等化器は、それほど複雑にすること無く、MLSEに近い性能を達成する。そのため、これら等化器は、MLSEよりも好まれるだろう。それにもかかわらず、これら等化器は記号による記号のアプローチに基づいているため、高い情報密度では最適な解決手段ではない。

一方、非線形チャネルのための最適な逐次推定器は、線形項と非線形項との双方の項を扱うメトリクスを伴う修正ビタビ検出器 (VD) が後段に続く M^L 整合フィルタの列が必要である。ここで、 M は記号アルファベットの基数、 L はチャネルメモリである。この受信機はかなり複雑である。このような考えは以下に記載されている新しい非線形受信機 (NLR) のアイデアの引き金となった。完全に伝送されたシーケンスに基づく最尤逐次推定 (MLSE) は、非線形チャネルの場合であっても、最適な受信技術である。しかしながら、その計算量は膨大な量である。幸運なことに、光チャネルに対しては大きな簡略化が可能である。

もし $r(t)$ を受信された信号、 $n(t)$ を付加的なホワイトガウシアンノイズ (AWGN)、及び $y(t)$ を非線形光チャネル出力とすると、 $r(t)$ は、 $r(t) = y(t) + n(t)$ (2) と表すことができる。

信号 $y(t)$ はボルテラカーネル (式1) から得ることができる。0次カーネル h_0 を無視すると、 $y(t) = y_1(t) + y_2(t)$ (3) のように書き直される。ここで、 $y_1(t)$ は1次のカーネル応答、 $y_2(t)$ は2次のカーネル応答であり、つまり、チャネル出力の非線形的な寄与である。

最尤逐次推定は全ての伝送可能なシーケンスに関する最尤関数 λ を最大にする必要がある。AWGNが存在する場合、 λ は以下のように表される。

$$\lambda = \frac{2}{N_0} \int y(t) r(t) dt - \frac{1}{N_0} \int y^2(t) dt \quad (4)$$

式4に式2及び式3を代入すると、2次ボルテラカーネルにより与えられる非線形光チャネルのための最尤関数の形式が得られる。

$$\lambda = \frac{2}{N_0} \int y_1(t) r(t) dt + \frac{2}{N_0} \int y_2(t) r(t) dt$$

$$-\frac{1}{N_0} \int y_1^2(t) dt - \frac{1}{N_0} \int y_2^2(t) dt \\ - \frac{2}{N_0} \int y_1(t) y_2(t) dt \quad (5)$$

式5の5つの項をそれぞれ α_1 、 α_2 、 β_1 、 β_2 、 β_{12} で表すと、以下の式となる。

$$\lambda = \alpha_1 + \alpha_2 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_{12} \quad (6)$$

式6の項 α_1 及び項 β_1 は、線形チャネルの場合に要求される項であり、つまり、受信した信号とチャネルインパルス応答との間の相互相関関係、及びこのチャネルインパルス応答のエネルギーである。式6の項 α_2 、 β_2 、及び β_{12} は非線形性による別の寄与成分を表す。2次歪みのエネルギー β_2 は無視できる4次の寄与成分である。3次の項 β_{12} は平均するとゼロに近い値であり、1次及び2次の出力 $y_1(t)$ 及び $y_2(t)$ は相関がないことがわかる。それ故に、非線形 $|S|$ の存在を説明するために、式6において関連する非線形項は α_2 だけである。それ故に、もし我々が、ボルテラ等化器のような適切な等化構造を用いて、最尤逐次推定前に非線形 $|S|$ を除去する場合、非線形光チャネルのためのメトリクスは線形チャネルのそれと同じである。

非線形受信機

適応型最尤逐次推定器を実現するために、線形チャネルに対し、我々は適応型整合フィルタ(MF)及びカスケードピタビ検出器(VD)を結合する。MLE構造を非線形光チャネルに適用するため、我々は、非線形キャンセラ(NLC)の信号を適応型MFの信号に加える。その結果非線形 $|S|$ が抑制される。それ故に、VDはメトリクスを計算するための通常の式を使用することができる。NLC、適応型MF、及びVDの結合により、非線形受信機(NLR)が提供される。適応型MFは、N個のタップ g_i を伴う一般的な有限インパルス応答(FIR)フィルタにより容易に提供される。このn番目における出力 z_n は以下のように記載される。

$$z_N = \sum_{i=1}^N g_i r_i \quad (7)$$

ここで、 r_i は T 秒(T はチャネルビット長)間隔でサンプルされた $r(t)$ である。極端に古いアルゴリズムを用いると、フィルタタップは以下の式により、適切に更新される。

$$g_i^{(n+1)} = g_i^{(n)} - \theta e_n r_i^{(n)}, \quad 1 \leq i \leq N \quad (8)$$

$$\hat{s}_l^{(n+1)} = \hat{s}_l^{(n)} + \phi (e_n \hat{a}_{n-1} + e_n \hat{a}_{n+1}), \quad 1 \leq l \leq M \quad (9)$$

ここで、 $s_l, |l| \leq M$ はチャネル応答の線形部の推定された自己相関の M 個の

サンプル、 \hat{a}_n は伝送されたビット a_n の推定値、 θ 及び ϕ は更新ステップであ

り、 e_n は信号エラーである。

$$e_n = z_n - \sum_{i=-M}^{+M} \hat{s}_i \hat{a}_{n-i} \quad (10)$$

非線形 $|S|$ を抑制するために、サンプル r_i は、サンプルのペア $r_h, r_k, 1 \leq h \leq N, 1 \leq k \leq N$ の全ての可能な積を出力する非線形結合器により処理される。もし N が適応型MFの線形タップの数ならば、この結合器は N^2 個の積 u_i を生成する。各結合器の出力は、 N^2 個のタップ w_i を伴うトランスバーサルFIRフィルタの入力として使用される。フィルタはNLCとして動作し、 n 番目におけるその出力 c_n は以下の式で与えられる。

$$c_n = \sum_{i=1}^{N \times N} w_i u_i \quad (11)$$

NLC係数を更新するための極端に古いアルゴリズムは以下の式を算出する。

$$w_i^{(n+1)} = w_i^{(n)} - \delta \bar{e}_n u_i^{(n)}, \quad 1 \leq i \leq N_2 \quad (12)$$

ここで、 δ はアルゴリズム更新ステップであり、 \bar{e}_n は推定遅延 D とともに得られ

る信号エラーである。

$$\tilde{e}_n = c_n - \hat{a}_{n-D} \quad (13)$$

N L C 及び M F は前段の等化器を構成し、その出力 h_n は $h_n = c_n + z_n$ (14) で与えられる。信号 h は線形歪の影響のみを受け、通常の方法で、V D により処理される。

シミュレーション結果

シミュレーションは、コンパクトディスクデジタルオーディオ (C D D A) の光パラメータで行った。レファレンスは、対物レンズの開口数 $N A = 0.45$ 、レーザ波長 780 nm 、及び接線速度 $v = 1.25 \text{ m/s}$ である。単位情報ビットあたりのエネルギーの定義は、非線形項のため曖昧になるかもしれない。それ故に、我々は次に示す記号を使用する。ビット及びランドの長い交番に対するピークピーク均一応答は V_{pp} で表される。ビット幅 T に対して、信号エネルギー測度は $E = T (V_{pp} / 2)^2$ で与えられる。ビット誤り率 (B E R) は S / N 比 E / N_0 の関数として求められる。ここで N_0 は付加的なガウシアンノイズの一方の側のパワースペクトル密度である。

シミュレーションは情報密度に対し様々な値を取り扱った。例えば、空間密度が C D D A 密度の 1.25 倍であることを意味する $1.25 \times \text{C D D A}$ などである。

2 次の項の影響を知るために、我々は、2 次の非線形ボルテラモデル、及び 2 次の影響を無視した線形モデルを考慮して M L S E の性能を測定した。

第 2 図は、線形 (連続線) 及び非線形 (破線) チャネルモデルに対する M L S E の性能を示す。非線形性では、B E R が低下していることは明白である。M L S E は、 $N = 11$ のタップ及び格子メモリ $M = 30$ を伴う適応型整合フィルタを有している。

第 3 図は、C D D A 密度の 1 倍から 2 倍の間の様々な情報密度に対し、 E / N_0 を変化させたときの N L R 性能を示す。

第 4 図は、C D D A 密度における、N L R と M L S E との比較を示す。非線形 $|S|$ がほとんどない状態であっても、N L R は、線形チャネルに対し最適な受

信機であるMLSEよりも十分に向上している。性能は高い情報密度においてより向上している。

第5図は、NLRが、CDDA密度において、非線形チャンネルのための記号による記号の等化器、つまりNAVE及びNDFEよりも十分な性能を有することを示す。高い情報密度において同様な傾向が見られる。性能は、非線形チャンネル

に対し使用されるNLRと、2次ボルテラカーネルを無視することによりチャンネルの線形部分のみに適用されるMLSEとの間で比較された。BER = 10^{-3} を見ると、CDDA、 $1.25 \times \text{CDDA}$ 、 $1.43 \times \text{CDDA}$ 、及び $1.67 \times \text{CDDA}$ それぞれの密度において、NLRはMLSEよりも、0.2 dB、0.3 dB、0.5 dB、及び0.6 dBだけ性能が低いことがわかる。MLSEは線形チャンネルに対して最適な受信機であるため、NLRは明らかにほとんど全ての非線形ISI項をキャンセルする。実際、NLRは最適な非線形受信機に近い性能を達成する。

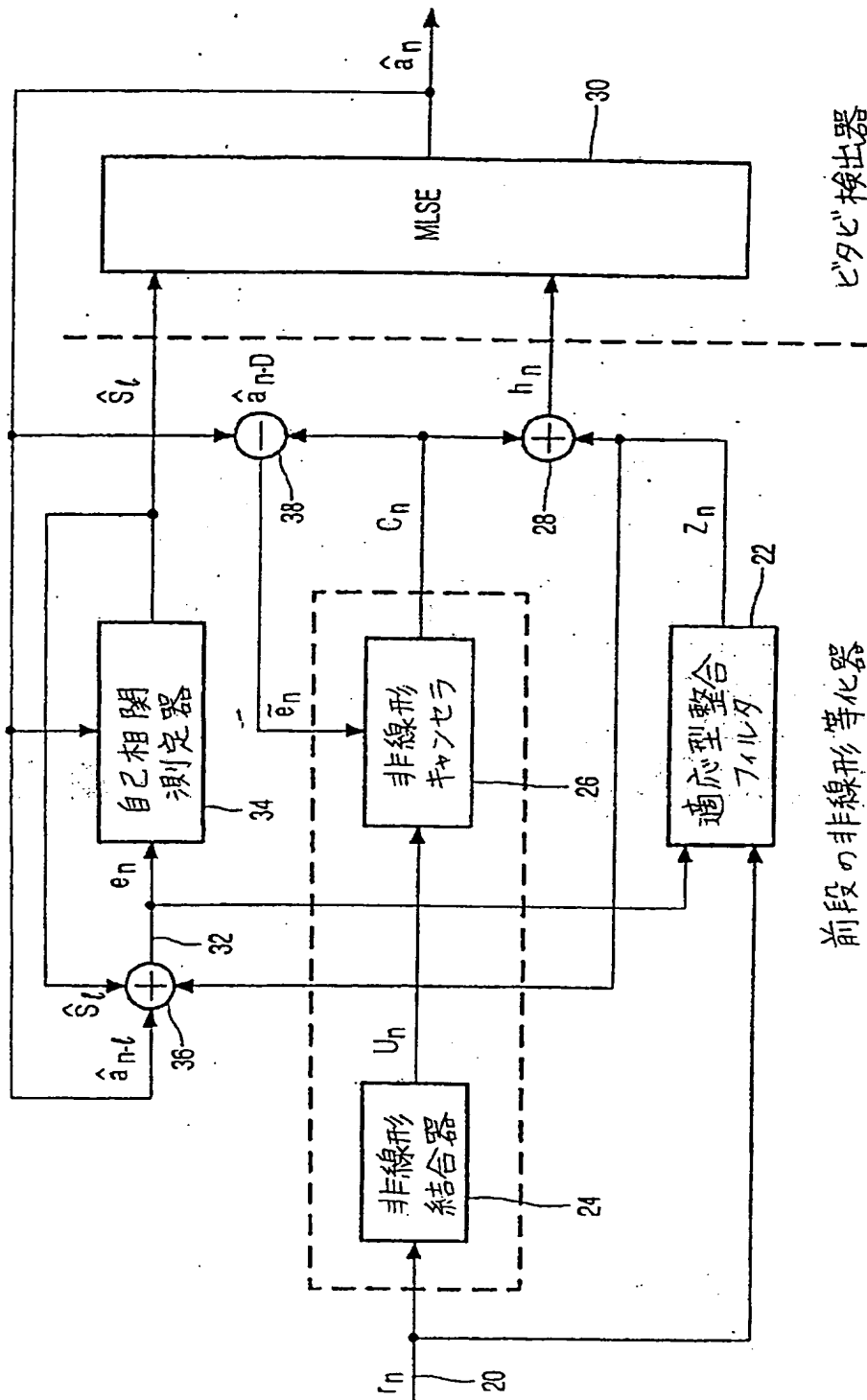
NLRは、線形及び非線形タップをほとんど使用しなくても簡略化され、また、取り得る状態が少なく、経路切捨長が制限されたVDに対する格子をほとんど使用しなくても簡略化される。表のパラメータに対して、 E/N_0 の低下は、BER = 10^{-5} までは1 dB以下である。

	NLR	簡略化されたNLR
線形タップ	19	5
非線形タップ	39	11
状態の数	512	32
経路切捨長	30	15

非線形チャンネルに適用されるNMLSEの性能は、線形チャンネルのMLSEの性能に近い。これにより、NMLSEが最適な受信性能に近い構造であり、線形環境においてMLSEと同等であることがわかる。さらに、上記の方法は、光チャネル環境にのみ制限されるのではなく、同じような種類の歪みにより影響を受けるあらゆる信号の検出に対し有効である。それ故に、2次の非線形歪みの影響を

受けるあらゆる信号に対して、1次及び2次の影響は無関係である。この方法により、MLSE検出構造の計算量の思い切った簡略化が実現され、有効な技術と調和して極めてシンプルな実行が可能である。

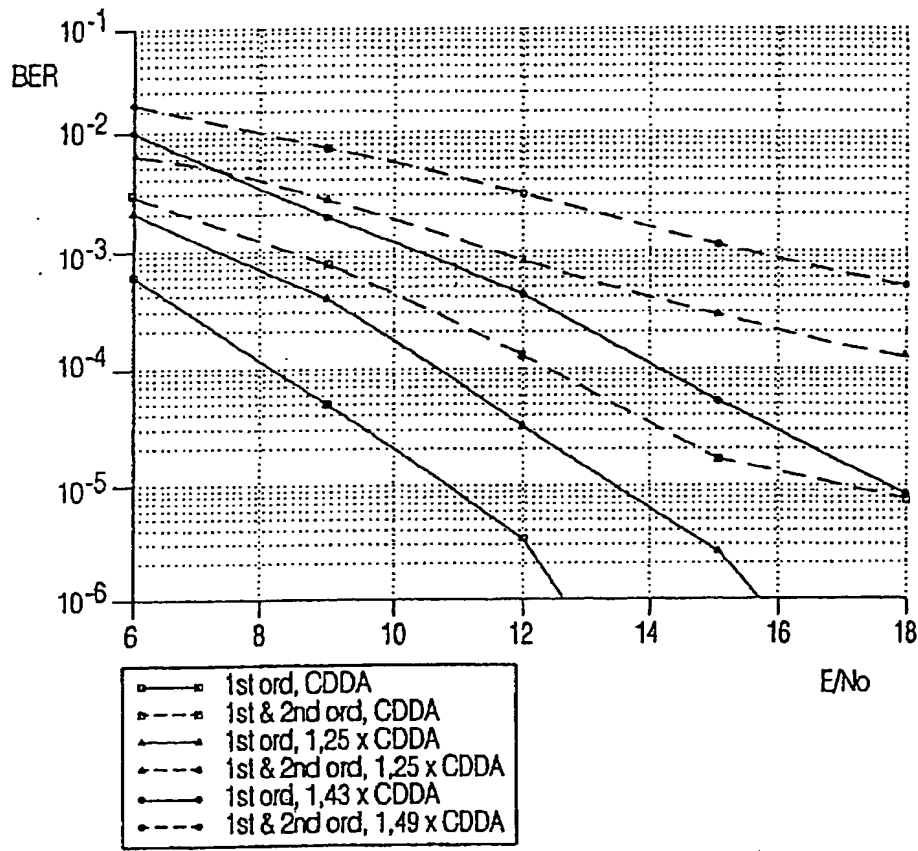
【 図 1 】



前段の非線形等化器

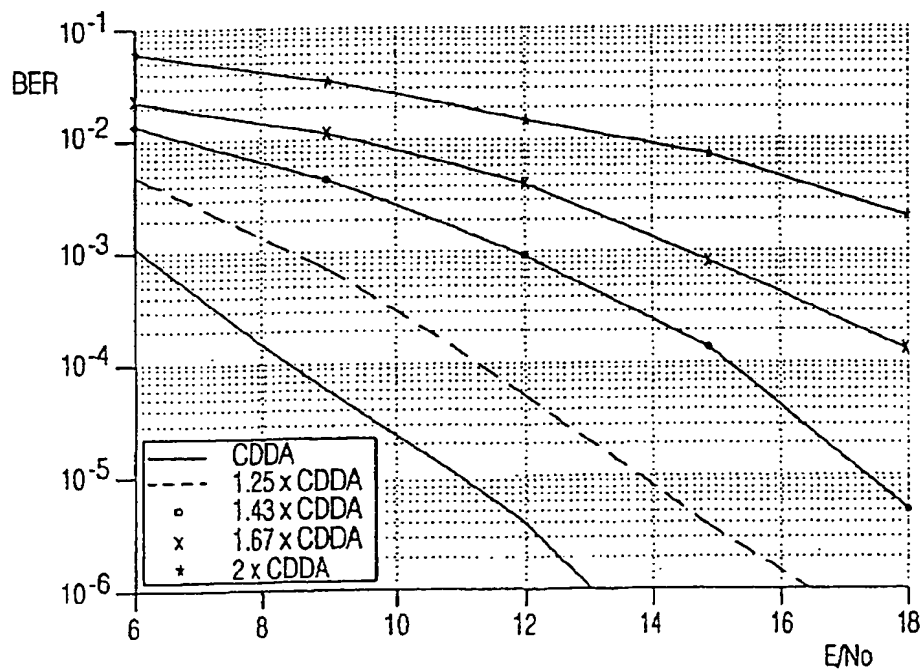
第1図

【 図 2 】



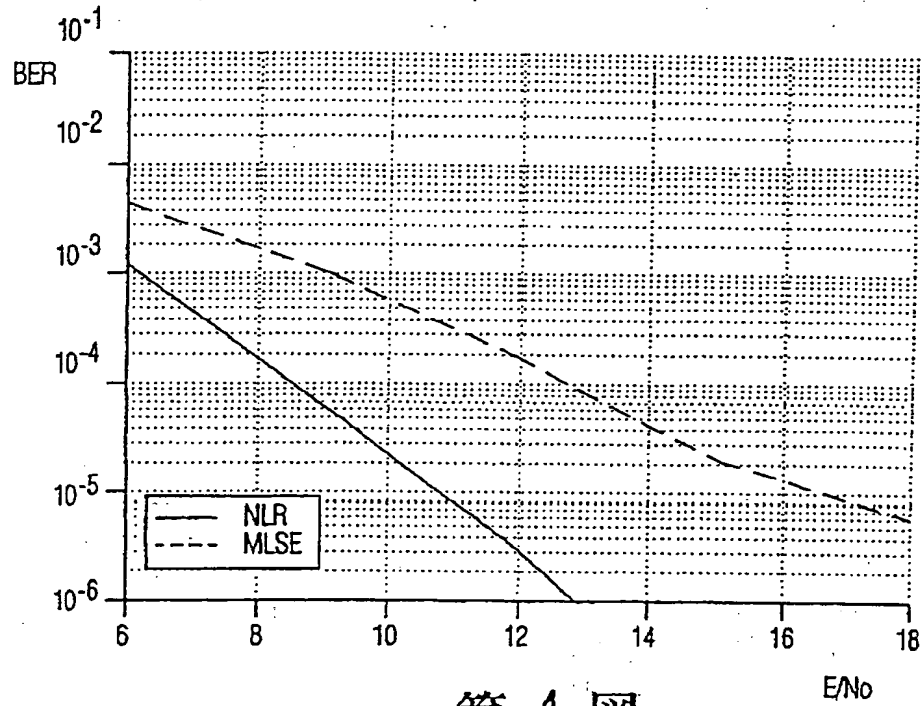
第 2 図

【 図 3 】



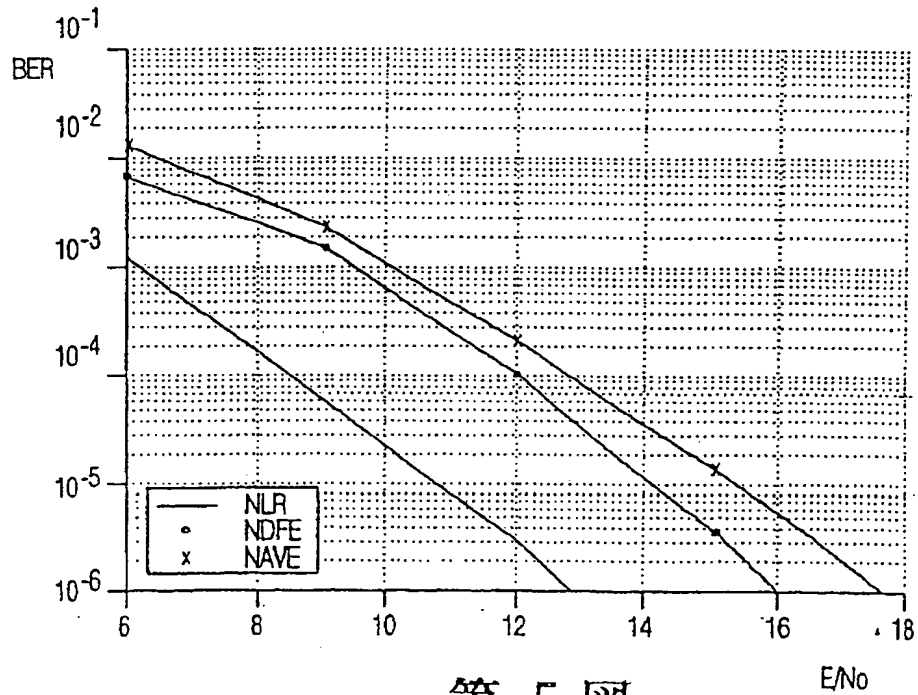
第 3 図

【 図 4 】



第 4 図

【 図 5 】



第 5 図

【 国 際 調 査 報 告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB 99/00166

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC6: H03M 13/00, H04L 1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC6: H03M, H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

SE,DK,FI,NO classes as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	1999 Institution of Electrical Engineers, Volume 1, 1997, (Los Alamitos, CA, USA), Frank W.A., "Practical cancellation of nonlinear ISI in data transmission", abstract --	1-9
A	1999 Institution of Electrical Engineers, Volume 3, 1997, (Los Alamitos, CA, USA), Frank W. et al, "Efficient equalization of nonlinear communication channels", abstract --	1-9
P,A	US 5734680 A (CHARLES E. MOORE ET AL), 31 March 1998 (31.03.98), column 1, line 21 - column 2, line 57, abstract -- -----	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"J" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"F" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 July 1999

Date of mailing of the international search report

22-07-1999

Name and mailing address of the ISA/

Swedish Patent Office

Box 5055, S-102 42 STOCKHOLM

Facsimile No. +46 8 666 02 86

Authorized officer

Michel Gascoin/cs

Telephone No. +46 8 782 25 00

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family membersInternational application No.
PCT/IB 99/00166

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5734680 A	31/03/98	NONE	

フロントページの続き

- (72) 発明者 ブレゴリ ファブリジオ
 オランダ国 5656 アーアー アインドー
 フェン プロフ ホルストラーン 6
- (72) 発明者 ミグリオラーティ ピエランジェロ
 オランダ国 5656 アーアー アインドー
 フェン プロフ ホルストラーン 6